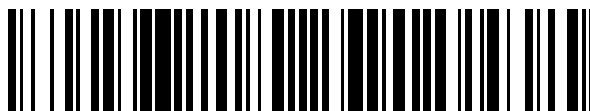


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 847 301**

51 Int. Cl.:

A23L 7/10 (2006.01)

A23L 7/17 (2006.01)

A23L 29/212 (2006.01)

A23L 33/15 (2006.01)

A23L 33/21 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **13.03.2013** **PCT/US2013/030660**

87 Fecha y número de publicación internacional: **19.09.2013** **WO13138405**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.03.2013** **E 13715794 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.01.2021** **EP 2825061**

54 Título: **Producto a base de cereales con mejor calidad de alimentación fortificado con fibra dietética y/o calcio**

30 Prioridad:

13.03.2012 US 201213418980

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
02.08.2021

73 Titular/es:

GENERAL MILLS, INC. (100.0%)
Number One General Mills Boulevard P.O. Box
1113
Minneapolis, MN 55440, US

72 Inventor/es:

VAN LINGERICH, BERNHARD H.;
LUKECART, NATHAN W.;
MEUSER, FRIEDRICH P.;
OBERDOERFER, DIETER y
BINDZUS, WOLFGANG

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 847 301 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Producto a base de cereales con mejor calidad de alimentación fortificado con fibra dietética y/o calcio

Campo de la invención

- 5 La presente invención se refiere a productos expandidos a base de cereales con una mejor calidad de alimentación que están fortificados con componentes insolubles particulados tales como fibra dietética y calcio, gránulos para la incorporación del componente insoluble particulado en un producto de cereal expandido y los métodos para preparar los gránulos y los productos expandidos a base de cereales.

Antecedentes de la invención

- 10 La expansión de los cereales para el desayuno listos para su consumo (RTE) depende de una expansión sin obstáculos del almidón fundido. Las partículas sólidas insolubles como la fibra dietética o el carbonato de calcio interfieren con el proceso de formación de burbujas y, por lo tanto, obstaculizan el alcance y la dirección de la expansión, lo que afecta de manera adversa a la textura o la sensación en la boca, tal como la aspereza, la apariencia de la superficie y la vida del producto de cereal terminado en el tazón. Por ejemplo, se reduce la expansión de un cereal inflado extruido mediante doble tornillo, se suaviza la textura del producto, se reduce la vida en el tazón, se crea una sensación arenosa en la boca y la apariencia de la superficie se vuelve menos lisa y uniforme. Hacer frente a todos estos efectos es un desafío porque hay múltiples parámetros sistémicos interconectados, tales como la viscosidad y la nucleación de burbujas, y mecanismos, tales como la velocidad de hidratación y la mezcla mecánica en el trabajo. Cuando los cereales RTE se fortifican tanto con fibra como con calcio, estos desafíos se amplifican aún más.
- 15 El documento de Patente U.S. Patent No. 4,619,831 de Sharma describe una composición de fibra dietética preparada revistiendo una fibra insoluble, tal como salvado de cereal purificado enzimáticamente y químicamente, con una fibra soluble, tal como un hidrocoloide, tal como pectina o un alginato, donde la cantidad de fibra dietética insoluble es aproximadamente del 92% a aproximadamente del 98,5% basado en el peso seco en base a la composición total.
- 20 El documento de Patente WO 99/65336 de Clark et al. describe gránulos aglomerados que tienen un tamaño de gránulo de 88 a 2000 micrones que cuando se añaden a una composición comestible, no alteran sustancialmente sus características sensoriales, donde cada gránulo aglomerado consiste en partículas aglomeradas de un fortificante tal como el carbonato de calcio y un aglutinante que es preferiblemente sirope de maíz.
- 25 El documento de Patente WO 00/74501 de Hessel et al. describe el salvado de trigo recubierto con psyllium, que se recubre con pectina, que se recubre con alginato insoluble, que se recubre con glucosa.
- 30 El documento de Patente U.S. Patent No. 7,981,453 de Chen et al. describe salvado, celulosa, almidón, un glucano o un hidrocoloide en una cantidad del 45-75% en peso, que se recubre con un lípido en una cantidad del 10-35% en peso, que se recubre con una proteína en una cantidad del 10 al 40% en peso.
- 35 El almidón se ha empleado para la encapsulación de nutraceuticos, tales como vitaminas, minerales, ácidos grasos y probióticos para prevenir su oxidación y para su liberación controlada. Estas formulaciones generalmente emplean grandes cantidades de almidón para la encapsulación de los materiales fácilmente oxidables, lo que reduce la cantidad de nutraceuticos disponible para su incorporación a un producto alimenticio.
- 40 La Publicación de Patente Internacional No. WO 95/26752 (publicada el 12 de octubre, 1995) describe la producción de un producto alimenticio para el suministro entérico de un ácido graso, una sustancia que contiene un ácido graso, un aminoácido o una sustancia que contiene un aminoácido formando al menos parcialmente un complejo del ácido graso o aminoácido en la hélice de amilosa del almidón. para enmascarar el ácido. El producto puede contener uno o más sabores y colores, sustancias liposolubles, antioxidantes o sustancias farmacológicamente eficaces. Los componentes pueden primero mezclarse en seco y luego alimentarse a una extrusora donde se mezclan sustancialmente y posteriormente se calientan por encima de la temperatura de gelatinización del almidón para obtener una masa elastizada que se extruye y se forma en gránulos.
- 45 La producción de productos expandidos se describe en las Publicaciones de Patente Europeas Nos. EP 0465364 A1 (publicada el 8 de enero, 1992) y EP 0462012 A2 (publicada el 18 de diciembre, 1991), los documentos de Patente U. S. Patent No. 3,962,416 de Katzen y U. S. Patent No. 3,786,123 de Katzen. Las dos Publicaciones de Patentes Europeas describen la producción de un alimento contra la obesidad y un método para prepararlo mediante la extrusión de almidones con ácidos grasos en un producto expandido que tiene densidades entre 0,1 y 0,3 g/cm³. El documento de Patente U. S. patent no. 3,962,416 de Katzen describe un producto expandido que contiene al menos un nutriente y un almidón gelatinizado. El documento de Patente U. S. Patent No. 3,786,123 de Katzen describe un método para producir nutrientes encapsulados usando temperaturas de extrusión de entre 121°C y 204°C y presiones de extrusión de entre 1,38 MPa a 17,2 MPa (200 psi a 2500 psi).
- 50 Puede utilizarse un agente encapsulante de alto contenido proteico que contenga hasta un 40% de almidón. El almidón se gelatiniza y se extruye en un producto expandido.
- 55

La Publicación de Patente Internacional No. WO 92/00130 (publicada el 9 de enero, 1992) describe un proceso continuo para obtener un producto biológicamente activo encapsulado en una matriz de almidón. Se mezclan un agente biológicamente activo y almidón antes de la extrusión y se extruyen como una mezcla, calentándose el encapsulante o el agente biológicamente activo junto con el almidón. Alternativamente, se puede añadir un material de núcleo para encapsular y mezclar con una dispersión acuosa de almidón después de que el almidón y el agua se hayan sometido a una temperatura elevada suficiente para gelatinizar el almidón. El proceso de extrusión, se describe, expone la mezcla a una acción mecánica de alto cizallamiento a una temperatura por encima de la temperatura de gelatinización del almidón.

El documento de Patente U. S. Patent No. 5,183,690 de Carr et al. describe un proceso continuo para impartir propiedades de liberación predeterminadas a un agente biológicamente activo encapsulado en una matriz de material con almidón. El material con almidón, un agente activo y el agua se mezclan continuamente en una corriente de ingredientes en la que el material con almidón tiene una concentración de sólidos de al menos el 40%. La corriente de ingredientes se extruye continuamente como un extruido y el extruido se recupera continuamente. Las condiciones de mezcla, extrusión y recuperación se preseleccionan para producir las propiedades de liberación predeterminadas.

Tanto en el documento de Patente U.S. Patent No. 6,190,591 como en la Publicación Internacional No. WO 98/18610, publicada el 7 de mayo, 1998, de Bernhard H. van Lengerich, describen una composición particulada de liberación controlada que contiene un componente hidrófobo para controlar la liberación de un componente activo encapsulado y/o incrustado de una matriz plastificada. La composición de liberación controlada o de liberación retardada puede producirse sin una expansión sustancial del material de la matriz para evitar así la producción de un producto de baja densidad que libera prematura o demasiado rápidamente el encapsulante o el componente incrustado.

La Publicación internacional No. WO 00/21504 publicado el 20 de abril, 2000, el documento de Patente U.S. Patent No. 6,500,463 de Van Lengerichy, y la Publicación Internacional No. WO 01/25414 publicada el 12 de abril, 2001, describen un proceso continuo para producir partículas sólidas discretas, de liberación controlada, estables en almacenamiento a partir de un componente encapsulante líquido que contiene un encapsulante sensible, tal como un componente sensible al calor o fácilmente oxidable farmacéuticamente, biológicamente o nutricionalmente activo, tal como ácidos grasos esenciales y/o altamente insaturados. Un componente encapsulante líquido que contiene un encapsulante sensible activo, tal como un microorganismo vivo o una enzima disuelta o dispersa en un plastificante líquido, se mezcla con un material de matriz plastificable. El material de la matriz es plastificable por el plastificante líquido y la encapsulación del encapsulante activo se logra a baja temperatura y bajo condiciones de bajo cizallamiento.

El documento de Patente US 5,176,936 describe un cereal RTE inflado con alto contenido de fibra y un método para producirlo.

La presente invención proporciona un método y producto para la incorporación de un componente insoluble en partículas, tal como fibra dietética y calcio, en un producto de cereal expandido, sin inhibición sustancial de la expansión del producto de cereal por el componente insoluble en partículas. Las partículas sólidas insolubles, tales como la fibra dietética o el calcio, se granulan para que no interfieran con el proceso de formación de burbujas y no obstaculicen el alcance y la dirección de la expansión, lo que afecta de manera adversa a la textura o la sensación en la boca, tal como la aspereza, la apariencia de la superficie y la vida en el tazón del producto de cereal terminado. Los productos de cereales expandidos, tales como los cereales RTE inflados extruidos, producidos según la presente invención, se fortifican con altas cantidades de componentes nutricionales insolubles sólidos o particulados, tal como fibra dietética y calcio, pero muestran una textura y estructura celular uniformes y crujientes, mejoradas, vida en el tazón prolongada, sensación en la boca no arenosa y una apariencia de superficie lisa y uniforme. Los productos nutracéuticos granulados contienen cantidades relativamente bajas de almidón u otros materiales empleados para la encapsulación de productos nutracéuticos, lo que aumenta la cantidad del componente nutricional insoluble disponible para la fortificación o incorporación en productos de cereales RTE expandidos.

Compendio de la invención

Según la presente invención, un gránulo para la incorporación de un componente insoluble particulado en un producto de cereal expandido comprende partículas de un componente insoluble, tal como fibra y/o calcio, unidas entre sí por un componente aglutinante que une las partículas del componente insoluble en una masa coherente para evitar la inhibición de la expansión del producto de cereal por el componente insoluble en partículas. El componente aglutinante es uno o más de un almidón parcialmente gelatinizado o almidón totalmente gelatinizado. El grado de gelatinización del almidón empleado en el componente aglutinante proporciona la unión suficiente para unir las partículas del componente insoluble en partículas, tal como la fibra, en un gránulo, y generalmente puede ser al menos 25%, preferiblemente al menos 75%, lo más preferiblemente al menos 90% de gelatinización de almidón, medida por calorimetría diferencial de barrido (DSC). La cantidad de componente aglutinante es del 5% en peso al 40% en peso, preferiblemente del 10% al 25% en peso, lo más preferiblemente del 15% al 20% en peso, basado en el peso seco total del componente insoluble particulado y el componente aglutinante. La cantidad de componente insoluble es del 60% en peso al 95% en peso, preferiblemente del 75% en peso al 90% en peso, lo más preferiblemente del 80% en peso al 85% en peso, basado en el peso seco total del componente insoluble particulado y del componente aglutinante. El gránulo no se expande y tiene un tamaño de partícula de 200 µm a 2 mm, preferiblemente de 500 µm a 1,5 mm, lo más preferiblemente de 800 µm a 1200 µm. La cantidad total del componente insoluble y del componente aglutinante

puede ser al menos el 75% en peso del gránulo, preferiblemente, al menos el 90% en peso, hasta el 100% en peso, basado en el peso del gránulo. El gránulo puede contener opcionalmente al menos un aditivo en una cantidad de hasta el 25% en peso del gránulo. El componente aglutinante puede comprender un almidón gelatinizado en una cantidad de al menos 50% en peso, preferiblemente al menos 75% en peso, más preferiblemente al menos 90% en peso, hasta 100% en peso, basado en el peso del componente aglutinante, y un aglutinante o agente de unión adicional opcional en una cantidad de hasta 50% en peso, basado en el peso del componente aglutinante.

En un aspecto de la invención, un producto de cereal comprende trozos de cereal expandido listo para comer y los gránulos de la presente invención que están distribuidos de manera sustancialmente uniforme por todos los trozos de cereal expandido listo para comer. Los trozos de cereal expandidos tienen una estructura celular que comprende paredes celulares que forman huecos, y los gránulos están parcial o completamente contenidos en las paredes celulares o unidos a las paredes celulares. La cantidad de los gránulos es del 5 al 50% en peso basado en el peso total del producto de cereal.

En otro aspecto de la invención, se producen los gránulos para la incorporación de un componente insoluble particulado, tal como fibra y/o calcio, en un producto de cereal expandido y para evitar la inhibición de la expansión del producto de cereal expandido por el componente insoluble particulado, formando primero una masa en gránulos. La masa se produce mezclando un componente insoluble particulado, agua y un componente aglutinante en una extrusora para unir las partículas del componente insoluble particulado en una masa coherente sustancialmente homogénea, sin alteración sustancial de la estructura nativa del componente insoluble tal como la estructura nativa de la fibra. La masa se extruye a través de una matriz para obtener una cuerda extruida, la cuerda extruida se corta en trozos y los trozos se secan para obtener gránulos. El componente insoluble particulado que se añade a la extrusora puede tener un tamaño de partícula de al menos 200µm, por ejemplo al menos 300 µm, pero menos de aproximadamente la mitad del diámetro de la matriz de extrusión o de la cuerda extruida. La extrusión se puede realizar con el fin de evitar la expansión de la masa o el extruido del componente insoluble y el componente aglutinante a medida que sale de la matriz, por ejemplo, a una temperatura de la masa a la salida de la extrusora de menos de 100°C y una presión de menos de 15 MPa (150 bares). El componente aglutinante puede ser un almidón gelatinizado que se produce gelatinizando parcial o totalmente un almidón crudo o nativo, o un almidón no gelatinizado en la extrusora, o puede ser un almidón pregelatinizado que se añade a la extrusora y luego se plastifica dentro de la extrusora por el agua.

También se describe un producto de cereal expandido, tal como un cereal listo para comer, que se fortifica con un componente insoluble particulado, tal como fibra y/o calcio, que se produce mezclando al menos una harina, agua y los gránulos de la presente invención en una extrusora para formar una masa sustancialmente homogénea, extruyendo la masa a través de una matriz de la extrusora para expandir la masa y cortar la masa expandida en trozos para obtener un cereal expandido listo para comer en el que una pluralidad de gránulos sustancialmente uniforme se distribuyen en todos los trozos del cereal expandido listo para comer. Los trozos de cereal expandidos tienen una estructura celular que comprende paredes celulares que forman huecos, y los gránulos están parcial o completamente contenidos en las paredes celulares o unidos a las paredes celulares. La cantidad de gránulos puede ser del 5% en peso al 50% en peso, preferiblemente del 10% en peso al 30% en peso, lo más preferiblemente del 15% en peso al 25% en peso, basado en el peso total del producto final, tal como un cereal listo para comer. Los productos de cereales expandidos, tales como los cereales RTE inflados extruidos, producidos según la presente invención están fortificados con altas cantidades de componentes nutricionales insolubles sólidos o particulados, tales como fibra dietética y calcio. Si bien se incorporan grandes cantidades de componentes insolubles tales como fibra y/o calcio al cereal RTE expandido, el cereal muestra una textura y estructura celular uniforme y crujiente, una vida en el tazón mejorada y prolongada, una sensación en la boca no arenosa y una apariencia de superficie uniforme. El alcance y la dirección de la expansión no se ven obstaculizadas esencialmente por la incorporación de los componentes insolubles y es la misma o sustancialmente la misma que para los productos que no contienen los componentes insolubles.

Breve descripción de los dibujos

La presente invención se ilustra además mediante los dibujos adjuntos en los que:

La Figura 1 es un gráfico que muestra la variación de la dureza de los gránulos en función de la composición del gránulo para diferentes proporciones de fibra de trigo y salvado de trigo.

La Figura 2A es una fotografía que muestra gránulos de fibra en un extruido de harina de trigo expandido (gránulos de fibra de trigo teñidos, fibra de trigo WF 600, Vitacell)

La Figura 2B es una fotomicrografía que muestra una parte del extruido de la Figura 2A donde el gránulo de fibra se incorpora en la estructura de la pared celular del extruido.

La Figura 3 muestra la influencia de la desintegración de los gránulos en las propiedades de expansión de un cereal de desayuno expandido y extruido en términos de estructura celular, expansión seccional (SEI) y expansión longitudinal (LEI) utilizando diferentes proporciones de fibras de trigo granuladas y no granuladas.

Descripción detallada de la invención

Los presentes inventores han descubierto que la combinación de un componente insoluble particulado, tal como fibra y/o calcio, y un componente aglutinante, tal como almidón gelatinizado, para unir las partículas del componente insoluble en una masa coherente que se forma en los gránulos no expandidos evita la inhibición de la expansión de un producto de cereal, tal como un cereal listo para comer, por el componente insoluble particulado. Los productos de cereales expandidos, tal como los cereales RTE inflados extruidos, muestran una textura y estructura celular uniforme y crujiente, una vida en el tazón mejorada y prolongada, una sensación en la boca no arenosa y una apariencia de superficie suave y uniforme aun cuando se fortifican con altas cantidades de los componentes nutricionales insolubles sólidos o particulados. Los productos nutracéuticos granulados contienen cantidades relativamente bajas del almidón gelatinizado u otros agentes aglutinantes que aumentan la cantidad del componente nutricional insoluble disponible para la fortificación o incorporación en productos de cereales RTE expandidos.

El componente insoluble particulado que se incorpora al producto de cereal puede ser uno o más de cualquier ingrediente alimenticio insoluble particulado, producto nutracéutico o ingrediente nutricional que de otro modo mostraría la expansión de un cereal listo para comer. Como se usa en la presente memoria, el componente insoluble particulado incluye cualquier material que sea al menos 40% en peso, por ejemplo, al menos 60% en peso, o esencialmente completamente insoluble en agua a temperatura ambiente. Ejemplos de componentes insolubles particulados son fibra y minerales dietéticos, tales como sales de calcio, zinc, magnesio, hierro, fósforo, yodo, manganeso, cobre, selenio, molibdeno, azufre, cobalto, níquel, cromo, flúor, boro y estroncio, y mezclas de los mismos. Ejemplos de componentes insolubles particulados que son minerales dietéticos que pueden emplearse en la presente invención son carbonato cálcico, oxalato de calcio, citrato de calcio, fosfato de calcio, tal como fosfato de tricalcio, carbonato de zinc, óxido de zinc y mezclas de los mismos.

La fibra puede ser cualquier fibra insoluble particulada de cualquier fuente, incluyendo las fuentes de fibra dietética que contienen tanto fibra insoluble como fibra soluble. Como se usa en la presente memoria, la fibra dietética total ("TDF") comprende tanto fibra dietética soluble ("SDF") como fibra dietética insoluble ("IDF"). Como se usa en la presente memoria, la "fibra dietética" incluye componentes solubles e insolubles de las paredes de las células vegetales que no son digeridos por enzimas endógenas (no bacterianas) del tracto digestivo humano. La fibra dietética no se absorbe en el intestino delgado y, por lo tanto, entra al intestino grueso (colon). La "fibra insoluble" incluye oligo- y polisacáridos tales como celulosa y hemicelulosa. La "fibra soluble" se utiliza para indicar la fibra que es al menos 50% soluble según el método descrito por L. Prosky et al., J. Assoc. Off. Anal. Chem., 71, 1017-1023 (1988). Los ejemplos de fibra soluble incluyen pectina, beta-glucanos (polímeros de glucosa ramificada de tipo celulosa pequeña) y gomas tales como la goma xantana. Los usos de aditivos de fibra en los alimentos se reportan como fibra dietética según The Nutrition Labeling and Education Act (NLEA) de 1990.

Ejemplos de fuentes de fibra insoluble que pueden emplearse en la presente invención son trigo integral, avena, maíz, cebada, centeno, arroz, y especialmente en el salvado de estos cereales, frutas (tales como manzana, cítricos, ciruela, mango, higo, etc.), hortalizas (tales como tomate, zanahoria, apio, etc.) o cacao, almidón resistente y mezclas de los mismos. Los componentes insolubles particulados preferidos que son fibras para su uso en la presente invención incluyen salvado de trigo, fibra de trigo, salvado de maíz, fibra de cáscara de avena, fibra de cáscara de guisante, fibra de cáscara de soja, fibra de cotiledón de soja, fibra de remolacha azucarera, fibra de arroz, fibra de cebada, fibra de centeno, almidón resistente, fibra de caña de azúcar, fibra de sorgo, fibra vegetal, fibra de frutas, celulosa microcristalina y mezclas de las mismas.

En realizaciones de la invención, se pueden emplear combinaciones de fibra, tales como salvado de trigo, y minerales dietéticos, tales como carbonato de calcio.

Pueden emplearse componentes insolubles particulados disponibles comercialmente, tales como salvado y minerales dietéticos. Pueden estar en forma de polvo en el caso de minerales dietéticos o pueden estar molidos o triturados en el caso de fibras. En realizaciones de la invención, el componente insoluble particulado puede tener un tamaño de partícula de al menos 200 μm , por ejemplo, al menos 300 μm , pero generalmente menos de aproximadamente la mitad del diámetro de la matriz de extrusión o la cuerda extruida, o gránulo, o hasta 1 mm.

El componente aglutinante empleado en la presente invención une o pega las partículas del componente insoluble particulado de modo que se peguen entre sí y formen una masa coherente, lo que reduce en gran medida el área de superficie del componente insoluble particulado y evita la inhibición de la expansión del producto de cereal por el componente insoluble particulado. El componente aglutinante empleado en la presente invención incluye un almidón gelatinizado solo o en combinación con uno o más agentes aglutinantes adicionales. El almidón gelatinizado puede estar parcialmente gelatinizado o completamente gelatinizado. El grado de gelatinización del almidón empleado en el componente aglutinante proporciona la unión suficiente para unir las partículas del componente insoluble particulado, tal como la fibra, en un gránulo, y generalmente puede ser al menos 25%, preferiblemente al menos 75%, lo más preferiblemente al menos 90% de gelatinización de almidón, medida por calorimetría diferencial de barrido (DSC). El almidón gelatinizado se produce preferiblemente gelatinizando un almidón crudo o nativo. *in-situ* durante la granulación del componente insoluble particulado. En otras realizaciones, puede emplearse un almidón pregelatinizado o almidón modificado que puede plastificarse con un plastificante líquido tal como agua durante la producción de los gránulos para obtener una masa plastificada que se una a las partículas del componente insoluble particulado.

Ejemplos de almidones crudos o nativos que pueden emplearse para obtener el almidón al menos parcialmente gelatinizado o el almidón modificado o pregelatinizado del componente aglutinante incluyen almidones derivados de maíz, trigo, arroz, patata, tapioca o almidón con alto contenido de amilosa y mezclas de los mismos. Las fuentes de almidón que se pueden utilizar también incluyen harinas de cereales integrales o refinadas de cereales tales como maíz, trigo, trigo duro, arroz, cebada, avena, centeno y mezclas de los mismos.

Ejemplos de uno o más agentes aglutinantes opcionales que se pueden usar con el almidón al menos parcialmente gelatinizado incluyen hidrocoloides tales como carragenanos, alginatos, goma xantana, goma arábica, harina de guar o goma de guar, agar, goma de tragacanto, goma de karaya, goma de algarrobo y pectina, fibra soluble tal como fructo-oligosacáridos, inulina, galacto-oligosacáridos, xilo-oligosacáridos, mano-oligosacáridos, polidextrosa, dextrinas resistentes, ciclodextrinas, goma de acacia, goma de alerce, galactomananos tales como goma de algarrobo, goma de tara, fenogreco, glucomananos o harina de konjac, psyllium, pectinas con alto contenido de metoxi, betaglucanos de avena o cebada, arabinoxilanos de trigo y celulósicos modificados químicamente, almidones convertidos, dextrinas, maltodextrinas, jarabes de glucosa, azúcares, tales como mono- y disacáridos, gluten de trigo, tal como el gluten de trigo vital o gluten aislado, proteínas vegetales o lácteas tales como la proteína de la soja o la leche. Los agentes de unión adicionales, tales como maltodextrinas, mono- o disacáridos, pueden usarse para afectar la disgregación y la adherencia para aumentar la adherencia entre partículas insolubles y/o para ayudar a la funcionalidad y propiedades del aglutinante de almidón gelatinizado.

La cantidad empleada de almidón al menos parcialmente gelatinizado puede ser al menos 50% en peso, preferiblemente al menos 75% en peso, más preferiblemente al menos 90% en peso, hasta 100% en peso, basado en el peso del componente aglutinante. La cantidad del aglutinante o agente de unión adicional opcional puede ser hasta el 50% en peso, por ejemplo hasta el 25% en peso, generalmente hasta el 10% en peso, basado en el peso del componente aglutinante.

La cantidad de componente aglutinante es del 5% en peso al 40% en peso, preferiblemente del 10% al 25% en peso, lo más preferiblemente del 15% al 20% en peso, basado en el peso seco total del componente insoluble particulado y el componente aglutinante. La cantidad del componente insoluble puede ser del 60% en peso al 95% en peso, preferiblemente del 75% en peso al 90% en peso, lo más preferiblemente del 80% en peso al 85% en peso, basado en el peso seco total del componente insoluble particulado y el componente aglutinante.

La cantidad total del componente insoluble y del componente aglutinante puede ser al menos el 75% en peso del gránulo, preferiblemente, al menos el 90% en peso, hasta el 100% en peso, basado en el peso del gránulo. El gránulo puede contener opcionalmente al menos un aditivo en una cantidad de hasta el 25% en peso del gránulo.

Ejemplos de uno o más aditivos que pueden emplearse en los gránulos son glicerol, polietilenglicol, sorbitol, grasas o aceites y otros suavizantes para manipular o controlar la suavidad del gránulo. En las realizaciones de la invención, los gránulos pueden estar exentos de gluten para su uso en la producción de productos de cereales sin gluten.

El gránulo tiene un tamaño de partícula de 200 μm a 2 mm, preferiblemente de 500 μm a 1,5 mm, lo más preferiblemente de 800 μm a 1200 μm .

Los gránulos de la presente invención se pueden producir formando una masa mezclando un componente insoluble particulado, agua y un componente aglutinante en una extrusora para unir las partículas del componente insoluble particulado en una masa coherente, sin alteración sustancial de la estructura nativa del componente insoluble tal como la estructura nativa de la fibra. Cuando el componente aglutinante incluye más de un aglutinante o agente de unión, pueden añadirse como una premezcla seca sustancialmente homogénea, o añadirse por separado a la extrusora y mezclarse en ella. En realizaciones de la invención, cuando se emplea más de un componente insoluble particulado, se pueden añadir como una premezcla o añadirse por separado a la extrusora. Además, el componente insoluble particulado y el componente aglutinante se pueden añadir como una premezcla seca sustancialmente homogénea o se pueden añadir por separado a la extrusora.

La cantidad de agua empleada debe ser suficiente para formar una masa homogénea extruible o una masa plastificada. Ejemplos de cantidades de agua que pueden usarse son del 10% en peso al 50% en peso, generalmente del 20% en peso al 40% en peso, basado en el peso total de la masa.

La extrusión se lleva a cabo para evitar la expansión de la masa o el extruido del componente insoluble y el componente aglutinante a medida que sale de la matriz. Por ejemplo, la extrusión se puede realizar de modo que la temperatura de la masa a la salida de la extrusora sea inferior a 100°C y la presión de la extrusora sea inferior a 15 MPa (150 bares). Cuando el componente aglutinante es un almidón gelatinizado que se produce por gelatinización de un almidón crudo o nativo, o un almidón no gelatinizado en la extrusora, la temperatura de extrusión debe estar por encima de la temperatura de gelatinización del almidón. Pueden emplearse temperaturas de extrusión por debajo de la temperatura de gelatinización del almidón, tal como la temperatura ambiente, cuando el componente aglutinante es un almidón pregelatinizado que se añade a la extrusora y se plastifica después dentro de la extrusora con agua. La masa se extruye a través de una matriz para obtener una cuerda extruida, la cuerda extruida se corta en trozos y los trozos se secan para obtener gránulos.

En realizaciones de la invención, se puede preparar una masa que comprende todos los ingredientes usando una mezcladora discontinua convencional y una mezcladora continua convencional con extrusión posterior usando una extrusora de un solo tornillo. En otras realizaciones de la invención, la masa se puede preparar de forma continua, utilizando una mezcladora continua o una extrusora sola. Se pueden usar ventajosamente extrusoras de doble tornillo o mezcladoras de doble tornillo co-rotativas que permiten las etapas de mezclar de manera continua la masa y posteriormente extruir la masa a través de una placa de matriz de extrusión. Pueden emplearse extrusoras de doble tornillo co-rotativas entrelazadas, tales como las disponibles en Buhler, Switzerland, Clextral France, Werner and Pfleiderer Germany, APV England o Wenger USA., o una Co-Amasadora, disponible en Buss, Switzerland.

Para alimentar componentes sólidos a una extrusora, se pueden usar dispositivos de alimentación de sólidos convencionales tales como un alimentador volumétrico o gravimétrico. Pueden usarse boquillas de inyección de líquido para inyectar componentes o soluciones, dispersiones, emulsiones o suspensiones líquidas.

La mezcla de los ingredientes dentro de la extrusora se puede lograr usando una configuración del tornillo de extrusión apropiada para lograr una mezcla de bajo cizallamiento. Por ejemplo, se puede emplear una combinación de elementos transportadores de paso pequeño alternos con elementos de mezcla distributivos, que están escalonados en un ángulo entre sí para proporcionar un flujo de fuga orientado axialmente dentro del cilindro de la extrusora. La combinación de elementos de transporte alternos con elementos de mezcla distributivos provoca que el flujo de material se interrumpa continuamente sin cizallamiento de la masa, lo que da como resultado una mezcla del material con una entrada de energía mecánica baja. En otras realizaciones de la invención, pueden usarse otras configuraciones de tornillo de extrusora que faciliten el mezclado distributivo de bajo cizallamiento, tales como elementos de tornillo del tipo ZME, TME, SME y los denominados elementos IGEL disponibles comercialmente de Werner and Pfleiderer.

La longitud total de la sección de mezclado distributivo puede ser de 3 a 12 l/d, preferiblemente de 4 a 6 l/d para mezclar y distribuir suficientemente el componente aglutinante con el componente insoluble particulado. La mezcla al menos sustancialmente homogénea del componente aglutinante plastificado y componente insoluble particulado puede transportarse luego hacia una placa de matriz de extrusora. El transporte se puede lograr mediante el uso de elementos transportadores de tornillo de extrusión de paso bajo que acumulan suficiente presión antes de extruir la mezcla para que pueda ser forzada a través de las aberturas en la placa de matriz. Otra función de los elementos de paso bajo es que aumentan el grado de llenado dentro de la última sección del cilindro de la extrusora. El mayor grado de llenado permite controlar el perfil de temperatura de la mezcla dentro del cilindro de la extrusora para lograr un ajuste óptimo de la viscosidad y la extrusión a través de las siguientes aberturas de la matriz. La masa o masa desmenuzable o mezcla puede extruirse, prensarse o comprimirse a través de matrices de extrusión que tienen diámetros de apertura de 0,1 mm a 2 mm, preferiblemente de 0,5 mm a 1,5 mm. El diámetro de la cuerda extruida y del producto puede ser mayor que el diámetro de las aberturas de la matriz debido a la deformación o hinchamiento cuando la composición sale de la matriz. El aumento de diámetro al salir de la matriz puede ocurrir sin que se desarrolle sustancialmente una estructura expandida, hinchada, espumosa o celular. La cuerda extruida puede tener un diámetro de sección transversal de 0,2 mm a 2 mm, preferiblemente de 0,5 mm a 1,5 mm, lo más preferiblemente de 0,8 mm a 1,2 mm.

La cuerda extruida se puede cortar en la cara de la matriz utilizando un cortador giratorio, una granuladora o cuchillas giratorias. En otras realizaciones, la cuerda extruida puede cortarse de la matriz usando medios convencionales de corte o formación para producir gránulos o tabletas. Los trozos cortados o gránulos, pueden tener una relación longitud: diámetro (relación l/d) de 0,5 a 10, preferiblemente 1.

Después del corte, los trozos o gránulos resultantes pueden secarse hasta un contenido de humedad suficientemente bajo que asegure una estabilidad de almacenamiento o una vida útil suficientemente prolongada. Por ejemplo, los gránulos se pueden secar para lograr una estabilidad en el almacenamiento o una vida útil de al menos aproximadamente seis meses, preferiblemente al menos aproximadamente doce meses, lo más preferiblemente al menos aproximadamente treinta y seis meses. En realizaciones de la presente invención, el secado se puede realizar usando un equipo de secado convencional usando temperaturas de secado que no afecten de manera adversa a la estabilidad térmica de los componentes. Ejemplos de las temperaturas de secado pueden oscilar de 20°C a 90°C, generalmente de 60°C a 85°C. El secado se puede realizar para lograr un contenido de humedad de menos del 30% en peso, preferiblemente menos del 12% en peso, lo más preferiblemente menos del 10% en peso, por ejemplo, menos del 8% en peso. El producto se puede secar usando un lecho fluidizado convencional u otros medios de secado convencionales.

Los gránulos de la presente invención pueden usarse para fortificar las formulaciones de productos de cereales convencionales, para producir productos de cereales fortificados, tales como cereales listos para comer, usando equipos y procesos de procesamiento de cereales convencionales. Por ejemplo, un producto de cereal expandido, tal como un cereal listo para comer, que está fortificado con un componente insoluble particulado, tal como fibra y/o calcio, puede producirse mezclando al menos una harina, agua y los gránulos de la presente invención en una extrusora para formar una masa de manera convencional. La harina puede ser cualquier harina empleada convencionalmente en la producción de productos de cereales tales como harinas integrales o refinadas a partir de cereales tales como maíz, trigo, trigo duro, arroz, cebada, avena, centeno y mezclas de los mismos.

La masa puede extruirse a través de una matriz de extrusora para expandir la masa, utilizando temperaturas y presiones de extrusión convencionales empleadas para la producción de cereales o snacks expandidos listos para comer. Ejemplos de las temperaturas de extrusión pueden variar de 100°C a 150°C, generalmente de 105°C a 135°C, y las presiones de extrusión pueden variar de 1 MPa (10 bar) a 10 MPa (100 bar), generalmente de 2,5 MPa (25 bar) a 7,5 MPa (75 bar). La masa expandida se puede cortar en trozos para obtener un cereal o snack expandido listo para comer. El cereal o snack RTE expandido puede tener una pluralidad de gránulos distribuidos de manera sustancialmente uniforme a lo largo de los trozos de cereal o snack expandido listo para comer. Los trozos de cereal expandidos tienen una estructura celular que comprende paredes celulares que forman huecos, y los gránulos están parcial o completamente contenidos en las paredes celulares o unidos a las paredes celulares. Los gránulos pueden estar sustancialmente sin expandir en el producto de cereal expandido. Durante el proceso de extrusión y/o expansión, el almidón del producto de cereal se puede fundir para formar una matriz de almidón fundido sin interferencia o interacción perjudicial con el componente insoluble particulado, tal como fibra o calcio. El área de contacto reducida lograda al granular el componente insoluble particulado, tal como fibra o calcio, antes de la producción del producto de cereal expandido reduce o elimina la influencia negativa del componente insoluble particulado en la matriz de almidón fundido y el proceso de expansión, tal como el número de células de aire producidas y el espesor de las paredes celulares en el producto expandido.

La cantidad de gránulos es del 5% en peso al 50% en peso, preferiblemente del 10% en peso al 30% en peso, lo más preferiblemente del 15% en peso al 25% en peso, basado en el peso total del producto final, tal como un cereal listo para comer o un snack expandido. Los productos de cereales expandidos, tales como los cereales RTE inflados extruidos, producidos según la presente invención están fortificados con altas cantidades de componentes nutricionales insolubles sólidos o particulados, tales como fibra dietética y calcio. Si bien se incorporan grandes cantidades de componentes insolubles tal como fibra y/o calcio al cereal RTE expandido, el cereal muestra una textura y estructura celular uniforme y crujiente, una vida útil mejorada y prolongada en el tazón, una sensación en la boca no arenosa y una apariencia de superficie uniforme. El alcance y la dirección de la expansión no se ven obstaculizadas esencialmente por la incorporación de los componentes insolubles y es la misma o sustancialmente la misma que para los productos que no contienen los componentes insolubles.

La presente invención se ilustra además mediante los siguientes ejemplos no limitantes en los que todas las partes, porcentajes, proporciones y relaciones son en peso, todas las temperaturas están en °C y todas las presiones son atmosféricas a menos que se indique lo contrario:

Ejemplo 1

Producción de gránulos de fibra

Se alimentó una mezcla de matriz seca que consistía en 15 partes de almidón y 85 partes de fibra dietética en un puerto de alimentación de una extrusora de doble tornillo Werner & Pfleiderer a un flujo de 4 kg/h. Se alimentó agua a un flujo de 1,6 kg/h en el mismo cilindro de la extrusora de doble tornillo. Todos los cilindros de la extrusora se mantuvieron a una temperatura de 16°C. La matriz consistía en 40 aberturas circulares, cada una de 1 mm de diámetro. A una velocidad de tornillo de 150 rpm, los ingredientes anteriores se transportaron y se formaron en una masa que se extruyó a través de las aberturas de la matriz a una presión de 10 MPa (100 bar) y una temperatura del producto de 90°C. Sobre una base calculada, el flujo de extruido por área de la matriz es de 0,1783 kg/h por mm². Al salir de la matriz, las cuerdas que salían se cortaron con cuchillas giratorias en partículas discretas de 1 mm de longitud y se secaron en un horno de convección hasta que su contenido de humedad estuvo por debajo del 5% en peso. Los gránulos resultantes contienen fibras dietéticas insolubles que se unieron entre sí mediante partículas de almidón plastificado.

Ejemplo 2

Producción de gránulos de fibra

Se pueden producir gránulos de fibra como en el Ejemplo 1, excepto que se puede emplear una mezcla de matriz seca que consiste en 20 partes de almidón y 80 partes de fibra dietética.

Ejemplo 3

Producción de gránulos de fibra

Pueden producirse gránulos de fibra como en el Ejemplo 1, excepto que se puede emplear una mezcla de matriz seca que consiste en 25 partes de almidón y 75 partes de fibra dietética.

Ejemplo 4

Producción de gránulos de fibra

Se pueden producir gránulos de fibra como en los Ejemplos 1 a 3, excepto que se puede usar salvado de trigo como una fuente de parte del almidón, así como fuente de fibra.

Ejemplo 5**Producción de gránulos de fibra de diversa dureza**

En el ejemplo, la dureza de los gránulos de fibra se altera cambiando su composición de fibra. Se prepararon diferentes mezclas de matriz seca que consistían en 15 partes de almidón y 85 partes de fibra dietética. Las 85 partes de fibra dietética consistían en mezclas de salvado de trigo/fibra de trigo. Las mezclas se cambiaron variando la proporción de salvado de trigo/fibra de trigo en el intervalo de (100:00, 75:25, 50:50, 25:75, 00:100). Las mezclas preparadas se alimentaron a un puerto de alimentación de una extrusora de doble tornillo Werner & Pfleiderer a un flujo de 4 kg/h. Se alimentó agua a un flujo de 1,6 kg/h en el mismo cilindro de la extrusora de doble tornillo. Todos los cilindros de la extrusora se mantuvieron a una temperatura de 16°C. La matriz consistía en 40 aberturas circulares, cada una de 1 mm de diámetro. A una velocidad de tornillo de 150 rpm, los ingredientes anteriores se transportaron y se formaron en una masa que se extruyó a través de las aberturas de la matriz a una presión de 9 MPa (90 bar) y una temperatura del producto de 90°C. Al salir de la matriz, las cuerdas que salían se cortaron con cuchillas giratorias en partículas discretas de 1 mm de longitud y se secaron en un horno de convección hasta que su contenido de humedad estuvo por debajo del 5% en peso. Los gránulos resultantes contienen fibras dietéticas insolubles que se unieron entre sí mediante partículas de almidón plastificado. Los gránulos hechos de diferentes composiciones de salvado de trigo (WB)/fibra de trigo (WF) tuvieron diferentes durezas. La dureza se expresó como una fuerza máxima (N) necesaria para un corte a través del gránulo, y los resultados se muestran en la Figura 1 en el intervalo de aproximadamente 20 N a aproximadamente 145 N, con un aumento de la dureza a medida que aumenta la proporción de fibra de trigo y disminuye la proporción de salvado de trigo.

Ejemplo 6**Uso de gránulos de fibra dietética en productos extruidos**

Se alimentó una mezcla de matriz seca que consistía en 90 partes de harina de trigo y 10 partes de gránulos de fibra dietética como se obtuvo en el Ejemplo 1 en un puerto de alimentación de una extrusora de doble tornillo Werner & Pfleiderer a un flujo de 7,38 kg/h. Se alimentó agua a un flujo de 0,405 kg/h en el mismo cilindro de la extrusora de doble tornillo. Los dos primeros segmentos de cilindro se mantuvieron a 16°C. Los segmentos de cilindro 3, 4, 5 y 6 se calentaron a 110°C. La matriz consistía en 1 abertura circular de 3 mm de diámetro. A una velocidad de tornillo de 275 rpm, los ingredientes anteriores se transportaron y se formaron en una masa que se extruyó a través de la abertura de la matriz a una presión de 5 MPa (50 bar) y una temperatura del producto de 130°C. Al salir de la matriz, las cuerdas de salida expandidas se recogieron en bandejas y se secaron en un horno de convección a 80°C durante 1 hora. Los productos resultantes contenían fibra dietética granulada. Los gránulos de fibra permanecieron intactos después de la extrusión y se integraron en las paredes celulares de la estructura expandida como se muestra en las Figuras 2A y 2B.

Ejemplo 7**Influencia de la desintegración de los gránulos en las propiedades de expansión**

Se prepararon cinco mezclas de matriz diferentes que consistían en 95 partes de harina de trigo y 5 partes de fibra dietética. Las 5 partes de fibra dietética se cambiaron para cada mezcla usando diferentes proporciones de fibras de trigo granuladas y sin granular. Las mezclas preparadas se alimentaron en un puerto de alimentación de una extrusora de doble tornillo Werner & Pfleiderer a un flujo de 7,38 kg/h. Se alimentó agua a un flujo de 0,405 kg/h en el mismo cilindro de la extrusora de doble tornillo. Los dos primeros segmentos del cilindro se mantuvieron a 16°C. Los segmentos del cilindro 3, 4, 5 y 6 se calentaron a 110°C. La matriz consistía en 1 abertura circular de 3 mm de diámetro. A una velocidad de tornillo de 275 rpm, los ingredientes anteriores se transportaron y se formaron en una masa que se extruyó a través de la abertura de la matriz a una presión de 5 MPa (50 bar) y una temperatura del producto de 130°C. Al salir de la matriz, las cuerdas de salida expandidas se recogieron en bandejas y se secaron en un horno de convección a 80°C durante 1 hora. Los productos resultantes contenían fibra dietética granulada con diferente grado de desintegración (dod). Como se muestra en la Figura 3, cuanto mayor era el grado de desintegración, mayor era la influencia negativa de la fibra en las propiedades de expansión y textura. La expansión seccional (SEI) disminuyó y la expansión longitudinal (LEI) aumentó si el dod aumentaba. Las células de aire en el producto se hicieron más pequeñas y más densas si el dod aumentaba como se muestra en la Figura 3.

REIVINDICACIONES

1. Un gránulo para la incorporación de un componente insoluble particulado en un producto de cereal expandido, comprendiendo dicho gránulo partículas de un componente insoluble unidas por un componente aglutinante que une las partículas del componente insoluble en una masa coherente para evitar la inhibición de la expansión del producto de cereal por el componente insoluble particulado, el componente aglutinante que comprende al menos un miembro seleccionado del grupo que consiste en almidones parcialmente gelatinizados y almidones completamente gelatinizados, siendo la cantidad de componente aglutinante del 5% en peso al 40% en peso, y siendo la cantidad del componente insoluble del 60% en peso al 95% en peso, basado en el peso seco total del componente insoluble particulado y el componente aglutinante, estando el gránulo sin expandir y teniendo un tamaño de partícula de 200 μm a 2 mm.
2. Un gránulo como se reivindica en la reivindicación 1, en el que el componente insoluble particulado comprende al menos un miembro seleccionado del grupo que consiste en fibras y componentes de calcio.
3. Un gránulo como se reivindica en la reivindicación 1, en el que el componente insoluble particulado comprende fibra.
4. Un gránulo como se reivindica en la reivindicación 3, en el que la fibra comprende al menos un miembro seleccionado del grupo que consiste en salvado de trigo, fibra de trigo, salvado de maíz, fibra de cáscara de avena, fibra de cáscara de guisante, fibra de cáscara de soja, fibra de cotiledón de soja, fibra de remolacha azucarera, fibra de arroz, fibra de cebada, fibra de centeno, almidón resistente, fibra de caña de azúcar, fibra de sorgo, fibra vegetal, fibra de fruta y celulosa microcristalina, la cantidad total del componente insoluble y el componente aglutinante es al menos el 75% en peso del gránulo y el gránulo contiene al menos un aditivo en una cantidad de hasta el 25% en peso del gránulo.
5. Un gránulo como se reivindica en la reivindicación 2, en el que la cantidad del componente insoluble particulado es del 75% en peso al 90% en peso, y la cantidad del componente aglutinante es del 10% en peso al 25% en peso, basado en el peso seco total del componente insoluble particulado y el componente aglutinante, y el gránulo tiene un tamaño de partícula de 500 μm a 1,5 mm.
6. Un gránulo como se reivindica en la reivindicación 2, en el que la cantidad del componente insoluble particulado es del 80% en peso al 85% en peso, y la cantidad del componente aglutinante es del 15% en peso al 20% en peso, basado en el peso seco total del componente insoluble particulado y el componente aglutinante, y el gránulo tiene un tamaño de partícula de 800 μm a 1200 μm .
7. Un gránulo como se reivindica en la reivindicación 1, en el que el componente aglutinante comprende un almidón al menos parcialmente gelatinizado en una cantidad de al menos 50% en peso, basado en el peso del componente aglutinante, y un agente aglutinante adicional en una cantidad de hasta el 50% en peso, basado en el peso del componente aglutinante, en el que el agente aglutinante adicional es al menos un miembro seleccionado del grupo que consiste en hidrocoloides, fibras solubles, proteínas, almidones convertidos, dextrinas, maltodextrinas, siropes de glucosa y azúcares.
8. Un gránulo como se reivindica en la reivindicación 1, en el que el componente insoluble particulado es al menos un componente de fibra particulado seleccionado del grupo que consiste en salvado de trigo, fibra de trigo, salvado de maíz, fibra de cáscara de avena, fibra de cáscara de guisante, fibra de cáscara de soja, fibra de cotiledón de soja, fibra de remolacha azucarera, fibra de arroz, fibra de cebada, fibra de centeno, almidón resistente, fibra de caña de azúcar, fibra de sorgo, fibra vegetal, fibra de frutas y celulosa microcristalina, el componente aglutinante es un almidón gelatinizado, la cantidad del componente de fibra es del 75 % en peso al 90% en peso, y la cantidad del componente aglutinante es del 10% en peso al 25% en peso, basado en el peso seco total del componente de fibra y el almidón gelatinizado, y el gránulo tiene un tamaño de partícula de 500 μm a 1,5 mm.
9. Un gránulo como se reivindica en la reivindicación 1, que no contiene gluten.
10. Un producto de cereal que comprende trozos de cereal expandido listo para comer y gránulos como se reivindica en una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, en el que una pluralidad de gránulos se distribuyen de manera sustancialmente uniforme a lo largo de los trozos de cereal expandido listo para comer, los trozos de cereal expandido tienen una estructura celular que comprende paredes celulares que forman huecos, y los gránulos están parcial o completamente contenidos en las paredes celulares o unidos a las paredes celulares, y la cantidad de gránulos es del 5% en peso al 50% en peso, basado en el peso total del producto de cereales.
11. Un método para producir gránulos como se reivindica en una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9 para la incorporación de un componente insoluble particulado en un producto de cereal expandido y para evitar la inhibición de la expansión del producto de cereal expandido por el componente insoluble particulado, comprendiendo el método formar una masa mezclando un componente insoluble particulado, agua y un componente aglutinante en una extrusora para unir las partículas del componente insoluble particulado en una masa coherente sustancialmente homogénea, sin alteración sustancial de la estructura nativa del componente insoluble, extruyendo la masa a través de una matriz para obtener una cuerda extruida, cortando la cuerda extruida en trozos y secando los trozos para obtener gránulos.

- 5 12. Un método para producir gránulos como se reivindica en la reivindicación 11, en el que la extrusión se realiza a una temperatura de la masa a la salida de la extrusora de menos de 100°C y una presión de menos de 150 bares, y el componente aglutinante es almidón gelatinizado que se produce por gelatinización parcial o total del almidón crudo o nativo en la extrusora, o es un almidón pregelatinizado que se añade a la extrusora y se plastifica después dentro de la extrusora con agua.
13. Un método para producir gránulos como se reivindica en la reivindicación 11 o 12, en el que el componente insoluble particulado que se añade a la extrusora tiene un tamaño de partícula de al menos 200 µm pero menos de aproximadamente la mitad del diámetro de la matriz de extrusión.
- 10 14. Un método para producir un producto de cereal como se reivindica en la reivindicación 10, comprendiendo el método mezclar al menos una harina, agua y gránulos como se define en una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9 en una extrusora para formar una masa, extruyendo la masa a través de una matriz de la extrusora para expandir la masa y cortando la masa expandida en trozos para obtener un cereal expandido listo para comer, en el que una pluralidad de gránulos se distribuyen de manera sustancialmente uniforme a través de los trozos del cereal expandido listo para comer.

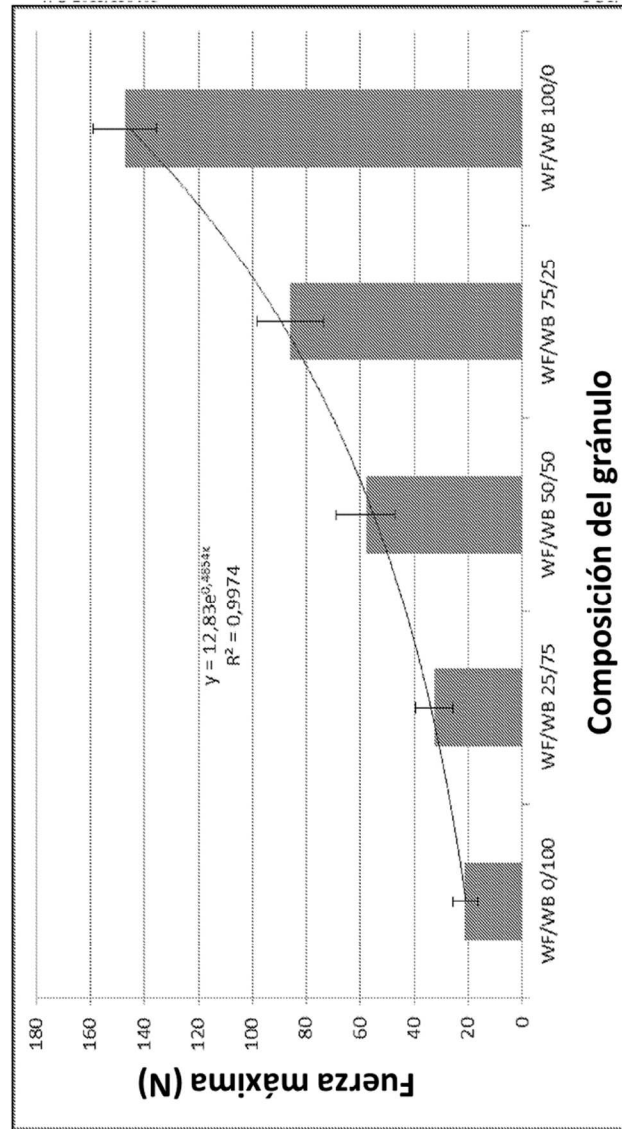


FIG.1

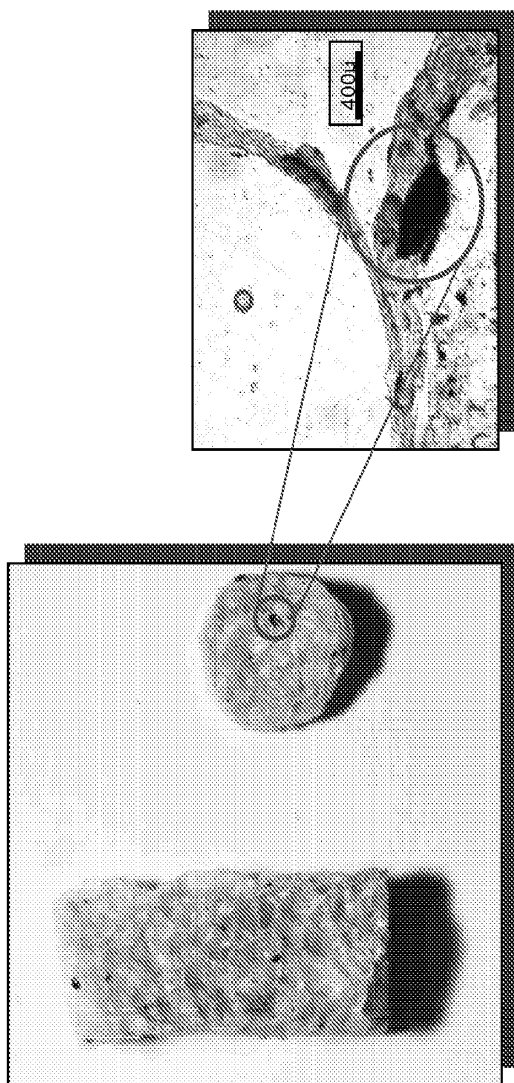


FIG. 2B

FIG. 2A

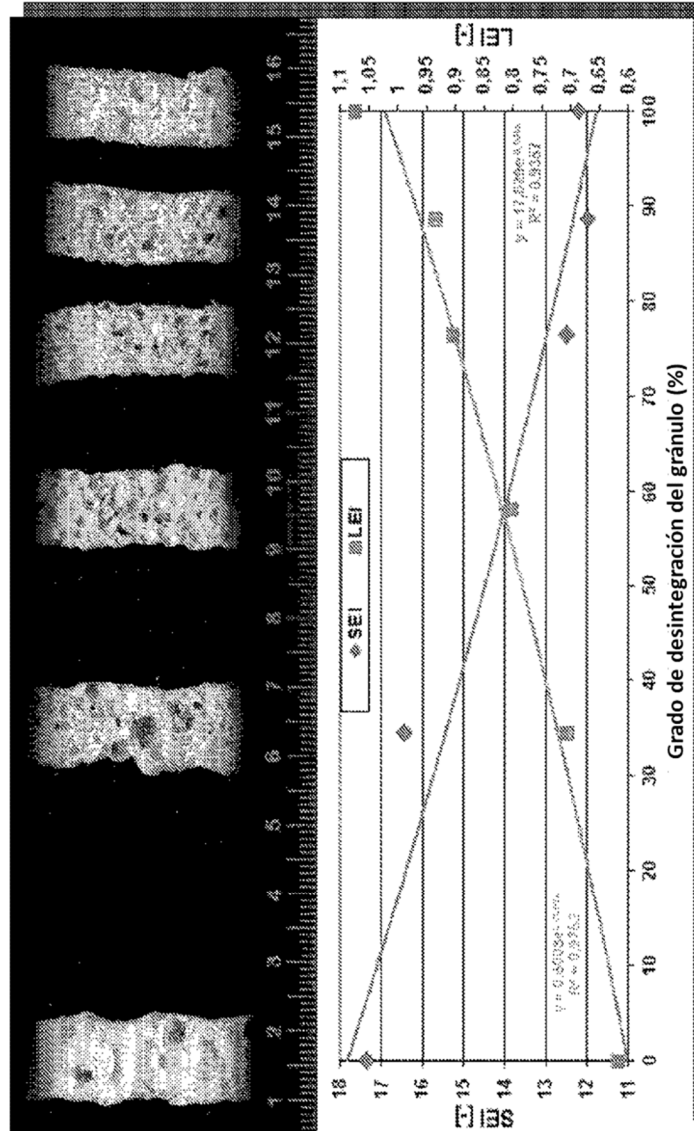


FIG. 3